

INTISARI

PENGEMBANGAN MODEL *STACKING* GRU – SETAR TREE UNTUK PREDIKSI INDIKATOR KUALITAS UDARA PM_{2.5} DAN PM₁₀ DI JAKARTA

Oleh

Widya Amelia Putri

24/547828/PPA/06910

World Health Organization (WHO) memperkirakan polusi udara menyebabkan sekitar 7 juta kematian dini setiap tahun, dengan PM_{2.5} dan PM₁₀ sebagai penyumbang utama. Konsentrasi *Particulate Matter* (PM) di Jakarta sering melebihi ambang batas WHO, sehingga memerlukan sistem prediksi yang akurat untuk mendukung kebijakan mitigasi. Karakteristik PM yang non-linear dan fluktuatif menjadi tantangan dalam peramalan. Model Gated Recurrent Unit (GRU) efektif untuk menangkap pola jangka panjang, namun kurang responsif terhadap perubahan mendadak, sedangkan SETAR-Tree lebih baik dalam mendeteksi perubahan lokal. Penelitian ini mengembangkan model stacking GRU-SETAR Tree untuk meningkatkan akurasi prediksi PM_{2.5} dan PM₁₀, sehingga dapat meningkatkan performa model prediksi dalam meminimalkan kesalahan peramalan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Data yang digunakan adalah konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ harian dari lima stasiun pemantauan di Jakarta. Hasil evaluasi menunjukkan model stacking tanpa dekomposisi musiman hanya memberikan hasil optimal pada dataset PM₁₀ DKI1, PM₁₀ DKI4, PM_{2.5} DKI1, dan PM_{2.5} DKI5. Dataset sisanya hanya mengalami perbaikan performa pada data latih. Oleh karena itu, dilakukan eksperimen dengan melakukan dekomposisi musiman pada data untuk mengatasi fluktuasi musiman dan meningkatkan kemampuan model dalam memprediksi pola yang lebih kompleks. Setelah dekomposisi musiman, model stacking berhasil meningkatkan performa prediksi di seluruh dataset, dengan penurunan error berkisar antara 0,03% - 2,52%. Metode ini terbukti lebih baik dalam menggabungkan hasil prediksi dari model individu yang memiliki arah bias berbeda. Dari sisi *meta-learner*, model berbasis pohon seperti XGBoost dan Decision Tree Regression cenderung lebih unggul dalam memprediksi perubahan mendadak dan skenario multi-horizon dibandingkan MLP, yang relatif kurang fleksibel menghadapi fluktuasi data yang kompleks.

Kata Kunci: *Particulate Matter, Stacking, GRU, SETAR-Tree*

ABSTRACT

A STACKING OF GRU-SETAR TREE MODEL FOR FORECASTING AIR QUALITY BASED ON PM_{2.5} AND PM₁₀ IN JAKARTA

Oleh

Widya Amelia Putri

24/547828/PPA/06910

The World Health Organization (WHO) estimates that air pollution causes approximately 7 million premature deaths annually, with PM_{2.5} and PM₁₀ being the main contributors. Particulate Matter (PM) concentrations in Jakarta frequently exceed WHO thresholds, necessitating an accurate prediction system to support mitigation policies. The non-linear and fluctuating characteristics of PM pose a challenge in forecasting. The Gated Recurrent Unit (GRU) model is effective in capturing long-term patterns, but is less responsive to sudden changes, while the SETAR-Tree is better at detecting local changes. This study developed a GRU-SETAR Tree stacking model to improve the accuracy of PM_{2.5} and PM₁₀ predictions, thereby improving the prediction model's performance in minimizing the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) forecasting error. The data used were daily PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations from five monitoring stations in Jakarta. Evaluation results showed that the stacking model without seasonal decomposition only provided optimal results on the PM₁₀ DKI1, PM₁₀ DKI4, PM_{2.5} DKI1, and PM_{2.5} DKI5 dataset. The remaining datasets only experienced performance improvements on the training data. Therefore, experiments were conducted by applying seasonal decomposition to the data to address seasonal fluctuations and improve the model's ability to predict more complex patterns. After seasonal decomposition, the stacking model successfully improved prediction performance across the entire dataset, with a decrease in error ranging from 0.03% - 2.52%. This method proved superior in combining prediction results from individual models with different bias directions. From a meta-learner perspective, tree-based models, such as XGBoost and Decision Tree Regression, tend to outperform MLPs in predicting sudden changes and multi-horizon scenarios, which are relatively less flexible in handling complex data fluctuations.

Kata Kunci: *Particulate Matter, Stacking, GRU, SETAR-Tree*